



华南理工大学

South China University of Technology

# 本科毕业设计（论文）开题报告

论文题目 人机共融环境中的移动机器人导航研究

---

学 院： 机械与汽车工程学院

---

专 业： 机械工程

---

学生姓名： 魏伟和

---

学生学号： 201430031255

---

指导教师： 张东

---

## 一、课题背景及意义（含国内外研究现状综述）

### 1. 论文研究背景与意义

近年来，机器人技术发展十分飞快，人类社会对于机器人的需求也在不断发生改变，人类对机器人技术的研究也从主要的工业领域迅速拓展到其他应用场景中。其中，人机共融是很重要、极具前景的一个方向，已成为工业界和学术界关注研究的热点，作为该方向典型的研究对象，服务机器人的开发备受关注。尤其是当前社会生产中，劳动力成本因劳动力的质量和数量原因不断攀升，产业升级也要求生产效率进一步提高；而人口老龄化趋势也在加大，社会养老保障压力增大，以上等现状催生了服务机器人的广大市场。

有鉴于此，西方发达国家纷纷出台了许多政策来支持服务机器人产业的发展，推动其产业应用。而我国也将服务机器人列入到《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006-2020年）》中，并出台《服务机器人科技发展“十二五”专项计划》以支持其产业发展。

在人机共融的环境中，移动机器人想要更好地发挥自身功能，更好的辅助人们的生活，就必须保证拥有稳定的、能实现人机共融的导航能力，在这一环境下，人既有可能作为服务对象，也有可能成为潜在障碍，存在许多的不确定性干扰，同时，导航路径的规划与需要考虑到人的舒适性，这也是人机共融环境的特殊之处。机器人如何克服以保持长期准确的定位与导航，仍是一个研究课题。

### 2. 移动机器人定位导航技术研究现状

自主移动机器人导航过程需要回答三个问题：“我在哪里？”“我要去哪儿？”和“我怎样到达那里？”。定位就是要回答第一个问题，有以下定位方法，视觉导航定位：在视觉导航定位系统中，目前国内外应用较多的是基于局部视觉的在机器人中安装车载摄像机的导航方式。在这种导航方式中，控制设备和传感装置装载在机器人车体上，图像识别、路径规划等高层决策都由车载控制计算机完成。光反射导航定位：典型的光反射导航定位方法主要是利用激光或红外传感器来测距。激光和红外都是利用光反射技术来进行导航定位的。目前主流的机器人定位技术是 SLAM 技术（Simultaneous Localization and Mapping 即时定位与地图构建）。简单来说，SLAM 技术是指机器人在未知环境中，完成定位、建图、路径规划的整套流程。SLAM 技术的实现途径主要包括以下，VSLAM（视觉 SLAM）

指在室内环境下，用摄像机、Kinect 等深度相机来做导航和探索。其工作原理简单来说就是对机器人周边的环境进行光学处理，先用摄像头进行图像信息采集，将采集的信息进行压缩，然后将它反馈到一个由神经网络和统计学方法构成的学习子系统，再由学习子系统将采集到的图像信息和机器人的实际位置联系起来，完成机器人的自主导航定位功能。

Lidar SLAM 指利用激光雷达作为传感器，获取地图数据，使机器人实现同步定位与地图构建。就技术本身而言，经过多年验证，已相当成熟，但 Lidar 成本昂贵这一瓶颈问题亟待解决。

在人机共融的应用情景中，移动机器人不仅需要实现自身自主运动，还需要实时掌握人的

状态，根据人的行走轨迹进行路径规划，使机器人的路径不与人的干涉，确保人的舒适性。此类基于人的运动预测机器人导航方法主要分为两种方案：人的运动模式未知的短期预测和基于人的运动模式分析的长期预测。相比短期预测方法，基于人的运动模式分析的预测方法通过对室内环境中目标人的日常行为进行分析，能够发掘更深层次人的行为规律，更能保证机器人行为或路径选择的合理性，已成为当前人机共融下机器人导航研究的主流思想。

## 二、课题研究主要内容及研究基础

在人机共融的应用情景下，移动机器人的导航不仅需要基本的定位与导航算法，还要结合考虑人的舒适性与满意程度。为实现这一目标，本课题将会涉及室内环境下人的检测、定位和跟踪、移动机器人的定位、人机共融的导航与路径规划等。其具体内容如下：（1）室内环境下人体检测、定位与追踪。行人检测系统的研究起始于二十世纪九十年代中期。从最开始到 2002 年，研究者们借鉴、引入了一些图像处理、模式识别领域的成熟方法，侧重研究了行人的可用特征、简单分类算法。自 2005 年以来，行人检测技术的训练库趋于大规模化、检测精度趋于实用化、检测速度趋于实时化。考虑视觉信息的丰富性，使用摄像头来搭建室内环境下人体检测、定位与追踪平台；（2）室内环境下移动机器人的位姿估计。目前主流的机器人定位技术是 SLAM 技术，主要包括视觉 SLAM 和激光雷达 SLAM，

激光 SLAM 脱胎于早期的基于测距的定位方法(如超声和红外单点测距)，其距离测量比较准确，误差模型简单，在强光直射以外的环境中运行稳定，点云的处理也比较容易。同时，点云信息本身包含直接的几何关系，使得机器人的路径规划和导航变得直观。激光 SLAM 理论研究也相对成熟，落地产品更丰富，尤其适用于室内简单固定环境等应用场景。

（3）基于人的行走轨迹的移动机器人导航，传统路径规划方法有栅格法、人工势场法等，人工势场法是一种虚拟力法。它模仿引力斥力下的物体运动，目标点和运动体间为引力，运动体和障碍物间为斥力，通过建立引力场斥力场函数进行路径寻优。优点是规划出来的路径平滑安全、描述简单等，但是存在局部最优的问题，引力场的设计是算法能否成功应用的关键。但在人机共融的应用场景中，传统路径规划方法存在一定的局限性，因此，基于对人的行走轨迹的考虑，探讨改进了针对性的移动机器人导航方案。

### 三、 研究（或调研）方案和思路（技术路线）

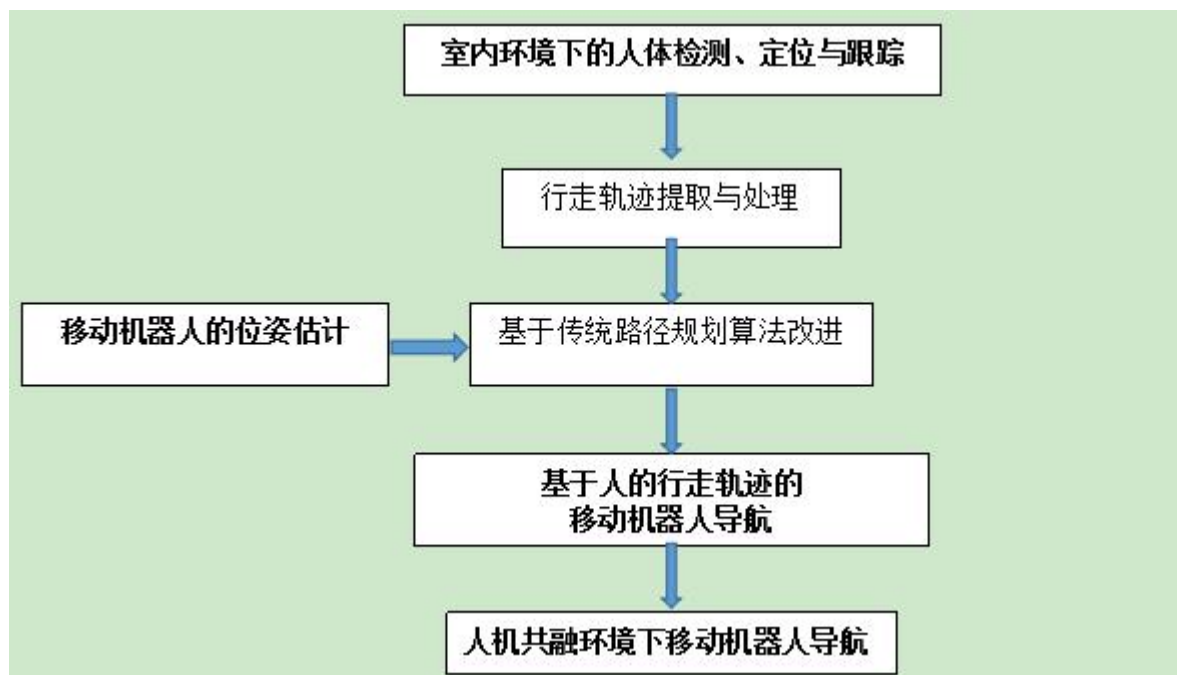
人机共融环境下移动机器人机器人的导航与控制，不仅需要基本的导航算法，而且还要考虑用户的舒适感、满意程度等诸多精神方面的需求。为实现这一需求，涉及室内环境下的人体检测、定位与跟踪、服务机器人定位、人机共融的导航与路径规划等多方面。

针对室内环境下的人体检测、定位与跟踪，使用摄像头来搭建室内环境下人体检测、定位与追踪平台，采用基于全局特征的方法，对移动机器人拍摄到的图像进行处理，提取目标的颜色和轮廓特征信息，以实现具有特征识别能力的目标定位及跟踪功能。此外，鉴于在人机共融环境中，尤其是在室内环境，人们的日常活动常具有一定的规律性，其运动轨迹具有较高的相似性和重复性，因此，可以通过提取人的运动轨迹，对移动机器人的导航加以约束，以保证人的运动意图不被干扰，体现舒适性。

对于室内环境下移动机器人的位姿估计，采用基于激光雷达的 SLAM 技术，使用激光雷达来扫描一个平面内的障碍物，激光脉冲投射到平面镜以后被水平的反射出去，脉冲接触到物体表面后会产生漫反射，然后能够被高敏感性的接受装置所接收，并记录下激光脉冲的飞行时间，通过计算以获取在平面运动的机器人的位置和姿态，并建立 2D 的栅格地图，为后期导航提供数据支撑。

最后，对于对于人机共融条件下移动机器人的路径规划，利用之前获取得到的人的行走轨迹，加以分析，利用其蕴藏的丰富的可操作信息，结合传统的移动机器人路径规划算法，如 RRT 算法等，进行路径规划，确保人的运动意图受到尊重，以实现舒适性。

具体的技术路线如下图：



## 四、 论文框架结构

本文的框架结构安排如下：

开头是绪论。首先介绍了本文的研究背景和意义，讨论了移动机器人在人机共融环境中进行导航时在技术上所面临的挑战；其次，详细阐述了移动机器人定位导航相关技术的国内外研究现状，最后介绍了本文的主要研究内容和章节安排。

其次是室内环境下的人体检测、定位与跟踪。首先介绍了人体检测与跟踪若干途径，分析了当前所面临的问题；其次，设计了基于计算机视觉的人体检测与跟踪系统，对移动机器人拍摄到的图像进行处理，提取目标的颜色和轮廓特征信息，以实现具有特征识别能力的目标定位及跟踪功能。并对其性能进行测试。

接着是对人机共融环境下移动机器人的位姿进行估计。首先介绍当前主流的移动机器人位姿估计方案，然后针对室内环境的特点，选用恰当的激光雷达 SLAM 作为机器人位姿估计实现方案，使用激光雷达来扫描一个平面内的障碍物，激光脉冲投射到平面镜以后被水平的反射出去，脉冲接触到物体表面后会产生漫反射，然后能够被高敏感性的接受装置所接收，并记录下激光脉冲的飞行时间，通过计算以获取在平面运动的机器人的位置和姿态并以实验来验证该方法的有效性与准确性。

接着是探讨基于人的行走轨迹的移动机器人导航。首先分析基于人的行走轨迹引导服务机器人导航的可行性；其次，对提取的行人轨迹进行描述与分析，加入到传统路径规划算法的约束中去，对移动机器人的导航加以约束，以保证人的运动意图不被干扰，体现舒适性。并以实验来验证该方法的有效性。

最后是结论及展望。对全文工作进行总结，并指出下一步的研究方向。

## 五、参考文献

- [1]钱堃,马旭东,戴先中,房芳. 预测行人运动的服务机器人 POMDP 导航[J]. 机器人. 2010(01)
- [2]段朋. 与人共融的家庭服务机器人定位与导航[D]. 山东大学 2015
- [3] G. Grisetti,C. Stachniss,W. Burgard.Improved Techniques for Grid Mapping With Rao-Blackwellized Particle Filters. IEEE Transactions on Robotics . 2007
- [4]朱大奇,颜明重. 移动机器人路径规划技术综述[J]. 控制与决策. 2010(07)
- [5]余翀,邱其文. 基于栅格地图的分层式机器人路径规划算法[J]. 中国科学院大学学报. 2013(04)
- [6]许亚朝, 何秋生, 王少江,等. 一种改进的自适应卡尔曼滤波算法[J]. 太原科技大学学报, 2016, 37(3):163-168
- [7]Cadena C, Carlone L, Carrillo H, et al. Past, Present, and Future of Simultaneous Localization and Mapping: Toward the Robust-Perception Age[J]. IEEE Transactions on Robotics, 2016, 32(6):1309-1332.
- [8] 李昀泽.基于激光雷达的室内机器 SLAM 研究[D]. 华南理工大学 2016
- [9] 陈赢峰.大规模复杂场景下室内服务机器人导航的研究[D]. 中国科学技术大学 2017
- [10]周柯.基于 HOG 特征的图像人体检测技术的研究与实现[D]. 华中科技大学 2008
- [11]Hess W, Kohler D, Rapp H, et al. Real-time loop closure in 2D LIDAR SLAM[C]// IEEE International Conference on Robotics and Automation. IEEE, 2016:1271-1278.
- .....

## 六、工作进度安排

序号	设计（论文）各阶段任务	时间安排
1	完成外文翻译	2018 年 3 月 5 日前
2	完成绪论撰写	2018 年 3 月 8 日前
3	完成基于激光雷达 SLAM 的机器人位姿估计系统	2018 年 4 月 1 日前
4	完成室内环境下人体检测、定位与追踪	2018 年 4 月 20 日前
5	完成基于行人轨迹的路径规划算法研究	2018 年 5 月 10 日前
6	提交初稿，根据导师意见修改	2018 年 5 月 15 日前
7	答辩	2018 年 6 月 5 日